



Exploitation des couplages de proximité dans une topologie de filtres à stubs

Yann Clavet, Alexandre Manchec, Jean-François Favennec, Cédric Quendo, Eric Rius, Christian Person, Christophe Laporte, Christine Zanchi, Pascal Moroni, Jean-Christophe Cayrou, et al.

► To cite this version:

Yann Clavet, Alexandre Manchec, Jean-François Favennec, Cédric Quendo, Eric Rius, et al.. Exploitation des couplages de proximité dans une topologie de filtres à stubs. 15èmes Journées Nationales Microondes, May 2007, Toulouse, France. pp.2.D.4. hal-00525719

HAL Id: hal-00525719

<https://hal.science/hal-00525719>

Submitted on 12 Oct 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Exploitation des couplages de proximité dans une topologie de filtres à stubs

Yann Clavet, Alexandre Manchec, Jean-François Favennec, Cédric Quendo, Eric Rius,
Christian Person, Christophe Laporte, Christine Zanchi, Pascal Moroni, Jean-Christophe Cayrou,
Jean-Louis Cazaux

LEST - UMR CNRS n°6165, CS 93837, 29238 Brest Cedex 3

CNES -31401 Toulouse Cedex 4

Alcatel Alenia Space – BP 1187 – 31037 Toulouse Cedex 1

yann.clavet@univ-brest.fr, christophe.laporte@cnes.fr, pascal.moroni@alcatelaleniaspace.com

I. Introduction

Parmi les nombreuses topologies de filtres décrites dans la littérature, la topologie Dual Behavior Resonator (DBR) apporte de nombreux avantages [1]. Elle permet un contrôle indépendant et simultané de la fréquence centrale et des bandes atténuées adjacentes. Ses caractéristiques particulières, ses degrés de liberté et sa souplesse, lui permettent de répondre aisément à des spécifications électriques sévères. Toutefois, comme pour les autres topologies classiques de filtres à stubs, un phénomène n'est pas pris en compte dans la synthèse : il s'agit des couplages de proximité apparaissant de façon fortuite entre les résonateurs adjacents ou non adjacents. Ces couplages non pris en compte par les synthèses traditionnelles influent beaucoup sur la réponse électrique des structures, et peuvent être de surcroît de nouveaux paramètres de réglage. Ce papier est consacré à l'exploitation des phénomènes de couplage pour améliorer les performances de la topologie DBR. Cela nécessite de définir et de mettre en œuvre des techniques de synthèse adaptées pour maîtriser ces phénomènes.

II. Présentation de l'analyse matricielle d'un filtre DBR sous forme nodale

DBR est le terme générique désignant un résonateur à comportement dual. Un résonateur DBR est l'association en parallèle de deux structures coupe-bandes différentes (de même nature généralement mais présentant des caractéristiques électriques différentes [1]). La structure coupe-bande peut-être un stub uniforme ou à saut d'impédance présentant des terminaisons en circuit ouvert (CO) ou en court-circuit (CC). Un filtre passe-bande DBR à stub en circuit-ouvert est constitué par des résonateurs DBR et des inverseurs d'admittance quart d'onde. Le problème du DBR est plus complexe qu'il peut y paraître. Contrairement aux structures classiques, la réponse de la topologie DBR présente un nombre de zéros de transmission deux fois supérieur au nombre de pôles et les lignes de transmission ne se comportent pas comme des éléments localisés ce qui rend difficile son analyse par des méthodes classiques. Il s'agit alors de définir une technique de synthèse la plus complète possible pour concevoir des filtres DBR en y intégrant les couplages de proximité. Nous avons privilégié une méthode sous forme matricielle pour modéliser le comportement électrique du filtre et pour exploiter les couplages entre résonateurs, mais aussi plus finement, entre les stubs qui le composent. Nous créons un réseau électrique (cf. Figure 1) qui peut être entièrement défini par une matrice nodale (non présentée dans ce résumé). Afin de simplifier l'analyse, les inverseurs d'admittance quart d'onde peuvent être remplacés par des inverseurs d'admittance idéaux (indépendants de la fréquence) dans l'hypothèse de travail où la bande passante du filtre est étroite.

III. Mise en application de la méthode de conception de filtres DBR à couplages croisés

Pour valider notre méthode d'analyse, nous nous intéressons à la conception d'un filtre DBR symétrique d'ordre 3 à stubs en circuit-ouvert dont les caractéristiques sont une fréquence centrale égale à 4 GHz, une bande passante relative de 10% et un zéro de transmission à 4,5 GHz. Ce filtre répond à des spécifications arbitraires fixées de telle sorte qu'elles ne puissent pas être atteintes à partir de la synthèse classique d'un filtre DBR, sur une technologie de type microruban. A partir des spécifications du gabarit et de la synthèse DBR, nous constatons que pour atteindre la réjection

à 4,5 GHz les impédances caractéristiques des résonateurs ne sont pas réalisables en technologie microruban. L'objectif est alors de déterminer les couplages à apporter au filtre qui permettront de satisfaire les spécifications requises. Tout d'abord, nous modifions les positions des zéros de transmission des stubs concernés, pour que le filtre soit réalisable technologiquement. Pour simplifier le problème, nous choisissons des résonateurs identiques, c'est-à-dire que les zéros de transmission sont tous positionnés à la même fréquence. Parmi les nombreuses configurations de couplage possibles pour satisfaire aux spécifications, nous avons choisi celle présentée à la Figure 2a. Les réponses électriques des configurations (avec des impédances caractéristiques réalisables) avec et sans couplage sont montrées à la Figure 2b.

L'étape suivante consiste à concevoir physiquement le filtre en associant à un couplage négatif ou positif un couplage de type « lignes couplées ». Par analogie avec les travaux de Hong et Lancaster [2], un couplage négatif (couplage électrique) est créé lorsque les stubs de résonateurs différents sont couplés au niveau de leurs extrémités [3]. De manière similaire, le couplage positif (couplage magnétique) est créé lorsque les stubs de résonateurs différents sont couplés au niveau de leur base. La dernière étape de la conception est illustrée dans la Fig. 3a par le masque du filtre final gravé sur un substrat d'alumine ($\epsilon_r = 9,9$, $h = 254 \mu\text{m}$). Nous pouvons distinguer le couplage électrique (couplage négatif) et le couplage magnétique (couplage positif). Ce filtre a été réalisé et mesuré (Fig. 3b). Malgré un léger décalage en fréquence lié aux dispersions de l'alumine, les réponses expérimentales et électromagnétiques présentent un bon accord.

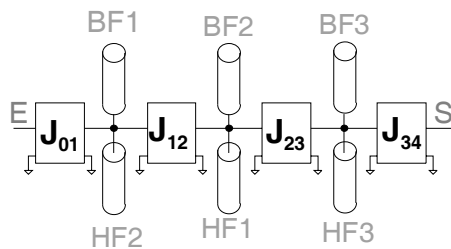


Figure 1 : Filtre DBR d'ordre 3.

	BF1	HF1	BF2/HF2	BF3	HF3
BF1				-0,015	0
HF1				0	0,0075
BF2					
HF2					
BF3	-0,015	0			
HF3	0	0,0075			

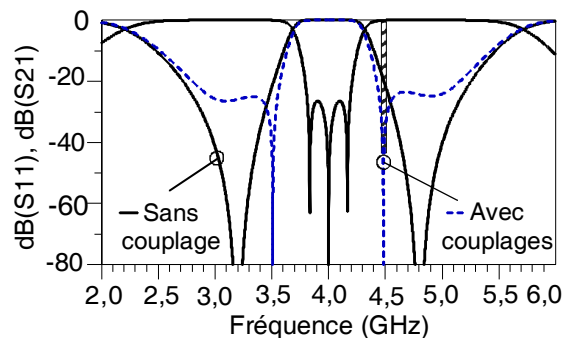


Figure 2 : (a) Configuration de couplage possible. (b) Simulations théoriques (matrice nodale) de filtres d'ordre 3 avec et sans couplage.

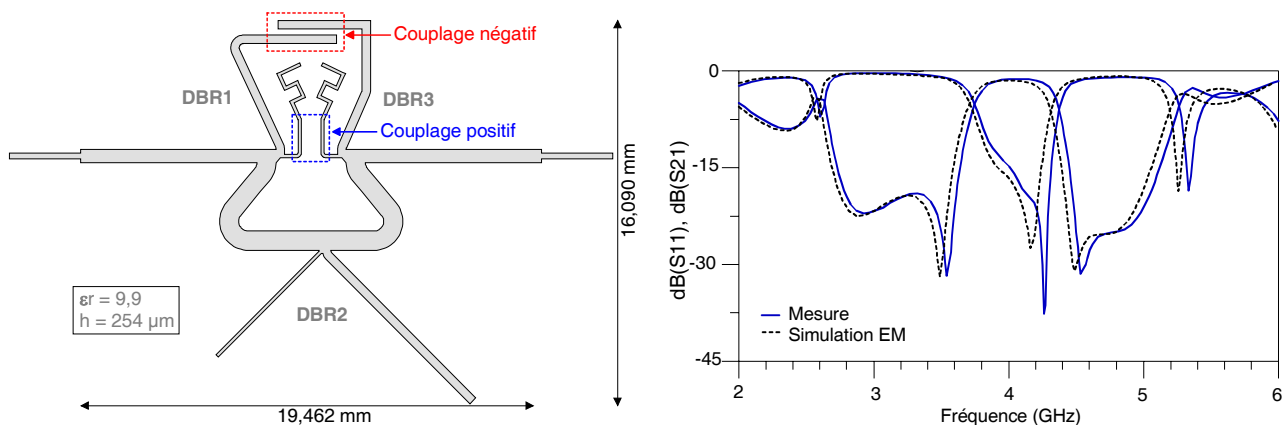


Figure 3 : (a) Masque du filtre passe-bande DBR d'ordre 3. (b) Simulation (Momentum) et résultats de mesure.

IV. Conclusion

Le thème de ce papier concernait l'exploitation des couplages de proximité apparaissant dans les topologies de filtres DBR, pour concevoir des structures de filtrage plus performantes. La topologie DBR présente de nombreux avantages, néanmoins sa représentation matricielle sous une forme à la fois complète et exploitable est difficile, eu égard notamment à la dépendance en fréquence des résonateurs. Nous avons alors posé les bases d'une méthode matricielle intégrant les couplages dès la synthèse. Afin de valider et montrer la flexibilité de notre approche matricielle ainsi que notre démarche de conception, nous avons étudié et réalisé un filtre DBR utilisant des couplages inter-résonateurs intéressants. L'introduction de ces couplages permet de répondre au cahier des charges, impossible à réaliser en leur absence.

- [1] C. Quendo, E. Rius, C. Person, « *Narrow bandpass filters using Dual Behavior Resonators (DBRs) based on stepped impedance stubs and different-length stubs* », IEEE Trans. Microw. Theory Techn., vol. 52, p.1034-1044, mars 2004.
- [2] J.S. Hong, M.J. Lancaster, « *Couplings of microstrip square open-loop resonators for cross-coupled planar microwave filters* », IEEE Trans. Microw. Theory Techn, vol.44, p. 2099-2109, décembre 1996.
- [3] A. Manchec, Y. Clavet, C. Quendo, E. Rius, J.F. Favennec, C. Person, « *Cross-Coupled Microstrip Dual Behavior Resonator (DBR) Filter* », 36th European Microwave Conference, Manchester (UK), p. 556-559, octobre 2006.